

# **ANALISIS KINERJA GEDUNG BERTINGKAT BERDASARKAN EKSENTRISITAS *LAY OUT* DINDING GESER TERHADAP PUSAT MASSA DENGAN METODE PUSHOVER**

*(Structural Performance Analysis of Storied Building Based on Shearwall Lay  
Out Eccentricity toward Centre of Mass by Pushover Analysis Method)*

## **SKRIPSI**

*Disusun sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta*



**Disusun oleh :**

**YULIAR AZMI ADHITAMA**

**I 0111110**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2015**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ANALISIS KINERJA GEDUNG BERTINGKAT BERDASARKAN EKSENTRISITAS *LAY OUT* DINDING GESER TERHADAP PUSAT MASSA DENGAN METODE PUSHOVER

*(Structural Performance Analysis of Storied Building Based on Shearwall Lay  
Out Eccentricity toward Centre of Mass by Pushover Analysis Method)*



Disusun oleh :

**YULIAR AZMI ADHITAMA**  
I 0111110

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Edy Purwanto, S.T., M.T.**  
NIP. 19680912 199702 1 001

**Ir. Agus Supriyadi, M.T.**  
NIP. 19600322 198803 1 001

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

2015

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KINERJA GEDUNG BERTINGKAT  
BERDASARKAN EKSENTRISITAS LAY OUT DINDING  
GESER TERHADAP PUSAT MASSA DENGAN METODE  
PUSHOVER**

*(Structural Performance Analysis of Storied Building Based on Shearwall Lay  
Out Eccentricity toward Centre of Mass by Pushover Analysis Method)*

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

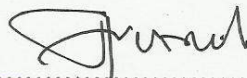
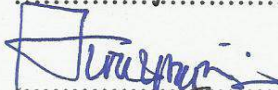

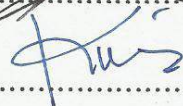
**YULIAR AZMI ADHITAMA**  
**I 0111110**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima guna  
memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik

Pada Hari : Selasa  
Tanggal : 17 November 2015


Tim Penguji Pendadaran :

1. Edy Purwanto, S.T., M.T.  
NIP. 19680912 199702 1 001
2. Ir. Agus Supriyadi, M.T.  
NIP. 19600322 198803 1 001
3. Ir. Supardi, M.T.  
NIP. 19550504 198003 1 003
4. Prof. S.A. Kristiawan, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19690501 199512 1 001

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....

Disahkan, **30 NOV 2015**

Kepala Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

  
**Wibowo, S.T., DEA**  
NIP. 19681007 199502 1 001





Bermimpilah !  
karena Tuhan akan memeluk  
mimpi-mimpimu  
-Andrea Hirata-

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

### **Allah SWT & Nabi Muhammad SAW**

Segala puji bagi Allah SWT, terima kasih atas segala kesempatan dan rahmat yang Engkau berikan dan semoga shalawat serta salam tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu kita nantikan syafa'atnya di hari kiamat kelak.

### **Bapak, Agus Suyitno, dan Mamah, Molek Yuniarti**

Bapak dan Mamah yang sudah tak terhitung keringat dan air matanya untuk membesarkan keempat anaknya dengan sangat baik, Terima kasih untuk segala kasih sayang dan pengorbanannya. You are my everything.

### **Kakak, Yuniar Gitta Pratama, Adek-adek, Meizan Riza Archamni dan Muhammad Nizar Archamni**

Mas dan adek-adek yang selalu susah ngumpul bareng karena emang selalu terpisah jarak dari kecil, Mas Gitta salah satu inspirasi terbesar saya dan adek-adek yang selalu jadi alasan saya untuk jadi kakak yang baik & terus lebih baik.

### **Edy Purwanto, S.T., M.T. dan Ir. Agus Supriyadi, M.T.**

Dosen pembimbing yang bersedia meluangkan waktu dan memberikan ilmunya untuk membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga ilmunya menjadi amal jariyah yang tidak pernah terputus. Amin.

### **Purnawan Gunawan, S.T., M.T. (Almarhum)**

Dosen pembimbing akademik yang telah membimbing selama perkuliahan saya di Jurusan Teknik Sipil sampai ajal memisahkan kita sebelum saya lulus. Semoga amal kebaikan bapak diterima dan bapak dijauhkan dari siksa api neraka.

### **Dosen-dosen Teknik Sipil UNS beserta Karyawan Pengajaran**

Mohon maaf jika selama kuliah di kampus UNS telah merepotkan banyak hal dan terima kasih atas ilmu pengetahuan yang diberikan. Terima kasih banyak untuk Bu Rintis, Bu Koes dan Pak Sholichin yang telah memberikan kesempatan untuk berbagi banyak hal.

### **Faishal Shiddiq Prasetyo**

Partner skripsi & teman konsul yang selalu berbagi semangat dari awal penyusunan skripsi sampai pendadaran bareng, good luck bro buat Bosal Akademinya.

**Linda Astriana, S.T.**

Partner skripsi yang awalnya bareng tapi akhirnya berjuang dengan topik masing-masing. Thank you.

**Edo Erlangga, S.T.**

Sahabat aneh dan pengingat yang baik dalam berorganisasi, makasih udah jadi teman yang baik & partner yang hebat selama 1 periode.

**Civil Engineering 2011**

Teman-teman seangkatan & seperjuangan, semoga kita semua sukses di jalan & cara masing-masing.

**Himpunan Mahasiswa Sipil**

Terima kasih sudah bisa jadi wadah aktualisasi diri & mengisi diri bagi saya. Terima kasih PHT HMS UNS 2014 yang telah mensupport selama satu periode. Bangga pernah disupport & kerja bareng orang hebat & istimewa kayak kalian. Satu HMS ! Hidup HMS UNS !!

**Civil Engineering Service**

The chosen people in JTS UNS, thanks to Pak Edy, Mas Satya, Mas Adit, Icha, Achsan, Bayu, Heru, Chrisna, Ely & Rizqo, we're a great team.

**Manis Manja FC**

Bagus, Chandra, Demarda, Galih, Hadio, Heri, Mawid, Irson, Prasdita, Reza, Ryan, Suhaemi. Yang udah saya anggap sebagai keluarga & orang terdekat selama kuliah di kampus ini, Orang-orang yang telah membuat saya tetap bertahan & nggak ngerasa salah jurusan. Terima kasih untuk canda tawa, cerita, gosip, motivasi, kekuatan dan pengalamannya. See you on top guys !

**Penghuni Kontrakan Kentang**

Terima kasih Cawib, Mawid, Irson, Hadio & Cejewe, temen-temen satu atap satu penderitaan & satu misi dikontrakan kentang yang sangat "kompetitif", semoga kita diberi kesuksesan tanpa limpe-limpe kelak.

**Temen-temen Boboholic**

Yola, Indri, Satya, Sitcha, Linda, Muti, Intan, Elfa, Meli, Tika. Terima kasih untuk persahabatan aneh dengan anak-anak Manis Manja selama di solo. Tanpa kalian kita pasti gersang.

## ABSTRAK

**Yuliar Azmi Adhitama, 2015.** Analisis Kinerja Gedung Bertingkat Berdasarkan Eksentrisitas *Lay Out* Dinding Geser Terhadap Pusat Massa Dengan Metode Pushover. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Indonesia terletak diantara 4 lempeng tektonik yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik dan Filipina. Dari kondisi geologi ini yang menyebabkan aktifitas gempa tektonik di Indonesia menjadi tinggi. Indonesia juga mempunyai resiko mengalami gempa vulkanik yang besar jika dilihat dari sebaran gunung api yang ada di kepulauan seluruh wilayah Indonesia. Dinding geser merupakan salah satu elemen struktur yang dapat dijadikan solusi untuk menahan gaya geser gedung bertingkat yang relatif besar akibat gaya gempa yang terjadi.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan gaya geser dasar dan tingkat kinerja struktur gedung bertingkat dengan analisis *lay out* dinding geser berdasarkan eksentrisitas pusat massanya dan mengetahui pengaruh eksentrisitas terhadap gaya geser dasar dan tingkat kinerja struktur. Metode yang digunakan adalah analisis statis *pushover* nonlinier dengan menggunakan program SAP2000.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa level kinerja struktur pada model 1, model 2 dan model 3 dengan eksentrisitas *lay out* dinding geser yang berbeda adalah *Immediate Occupancy*. Variasi *lay out* dinding geser berdasarkan eksentrisitasnya berpengaruh pada gaya geser dasar dan simpangan atap yang terjadi pada setiap model. Semakin dekat pusat kekakuan dinding geser dengan pusat kekakuan struktur maka akan semakin besar gaya geser dasar yang dapat ditahan oleh struktur dan semakin jauh pusat kekakuan dinding geser dengan pusat kekakuan struktur maka akan semakin kecil *roof displacement* yang terjadi pada *joint* teratas dan terluar struktur.

Kata kunci : *pushover*, *performance point*, sendi plastis, *shearwall*

## ABSTRACT

**Yuliar Azmi Adhitama, 2015.** *Structural Performance Analysis of Storied Building Based on Shearwall Lay Out Eccentricity toward Centre of Mass by Pushover Analysis Method. Final Project. Civil Engineering Departement of Engineering Faculty of Sebelas Maret University.*

*Indonesia is located between four tectonic plates, the Eurasian plate, Indo-Australian plate, Pasific plate and Philippines plate. Based on geological conditions that cause tectonic earthquake activity in Indonesia to be high. Indonesia also has the risk of experiencing a large volcanic earthquakes when seen from the distribution of volcanoes on the islands throughout Indonesia. Shearwall is a structural element that can be used as a solution for withstand large base shear forces of multi-storied building due to the force of the earthquake.*

*The purposes of this research are to compare base shear force and performance level of storied building based on shearwall lay out eccentricity by Pushover Analysis and to know the effect of eccentricity to base shear forces and performance points of structure. The method used is a nonlinier static pushover analysis using SAP2000 program.*

*The conclusion of this research indicate that the performance level of the structure of the model 1 , model 2 and model 3 by shearwall lay out eccentricity are immediate occupancy. Shearwall lay out variation based on structure excentricity affect to base shear forces and roof drift that occurs in every models. More close the center of the shearwall stiffness to center of the structural stiffness then more larger base shear forces that can be retained by the structure and more far the center of the shearwall stiffness to center of the structural stiffness then more smaller roof displacement that occurs at joint the highest and outermost of the structure.*

*Key words: pushover, performance point, plastic hinge, shearwall*



## **PENGANTAR**

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul Analisis Kinerja Gedung Bertingkat Berdasarkan Eksentrisitas *Lay Out* Dinding Geser Terhadap Pusat Massa Dengan Metode Pushover. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan Program Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada saat penyusunan skripsi, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, diantaranya kepada:

1. Edy Purwanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I
2. Ir. Agus Supriyadi, MT, selaku Dosen Pembimbing II
3. Dosen Penguji Pendadaran dan Validasi
4. (Alm) Purnawan Gunawan, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik
5. Semua pihak yang ikut berpartisipasi dalam penyusunan skripsi ini.

Penyusun menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penyusun miliki sehingga masih ada kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca umumnya.

Surakarta, November 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	vii
PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....	xviii

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

### BAB 2 TINJAUAN DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	10
2.2.1 Dinding Geser .....	10
2.2.2 Prinsip dan Kaidah Perancangan.....	12
2.2.2.1 Prinsip Dasar Perencanaan, Perancangan dan Pelaksanaan.....	12
2.2.2.2 Sistem Struktur.....	13
2.2.2.3 Pembabanan Struktur .....	14
2.2.2.4 Kombinasi Struktur .....	14
2.2.3 Kekentuan Bangunan Gedung dalam Pengaruh Gempa .....	14
2.2.3.1 Faktor Keutamaan .....	14
2.2.3.2 Faktor Keutamaan .....	14

2.2.3.3 Wilayah Gempa .....	15
2.2.3.4 Klasifikasi Situs .....	16
2.2.3.5 kategori Desain Gempa.....	17
2.2.3.6 Periode Fundamental .....	17
2.2.3.7 Arah Pembebanan Gempa.....	18
2.2.4 Prosedur Gaya Lateral Ekvivalen.....	18
2.2.4.1 Geser Dasar Seismik .....	18
2.2.4.2 Perhitungan Koefisien Respons Seismik ( $C_s$ ).....	19
2.2.4.3 Perhitungan Perpindahan Elastik dan Simpangan Antar Lantai .....	19
2.2.5 Pushover <i>Analisis</i> .....	20
2.2.5.1 <i>Capacity Spectrum Method (CSM)</i> .....	22
2.2.5.2 <i>Capacity Curve</i> .....	22
2.2.5.3 <i>Respons Spectrum</i> .....	24
2.2.5.4 <i>Performance Point</i> .....	27

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1 Data Struktur Gedung .....	29
3.2 Tahapan Analisis .....	30
3.2.1 Studi Literatur .....	30
3.2.2 Pengumpulan Data .....	30
3.2.3 Pemodelan 3D .....	31
3.2.4 Pembebanan .....	34
3.2.5 Analisis Repon Spektrum .....	35
3.2.6 Perhitungan Beban Gempa .....	35
3.2.7 Penentuan Sendi Plastis .....	36
3.2.8 Pembebanan <i>Nonlinier Pushover</i> .....	36
3.2.9 Analisis <i>Output Pushover</i> .....	37
3.2.10 Analisis Kinerja Struktur dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> .....	37
3.2.11 Pembahasan Hasil Analisis <i>Pushover</i> dari Program SAP2000.....	37

### **BAB 4 PEMBAHASAN**

4.1 Data Struktur Bangunan .....	40
----------------------------------	----

4.1.1	Gambar Denah Struktur Bangunan .....	40
4.1.2	Konfigurasi Bangunan .....	42
4.1.3	Sistem Struktur Rangka Bangunan .....	44
4.1.4	Mutu Bangunan.....	44
4.2	Pembebanan .....	44
4.2.1	Beban Gravitasi.....	44
4.2.2	Berat Sendiri Struktur .....	45
4.2.3	Berat Mati Tambahan .....	46
4.2.4	Beban Hidup .....	46
4.2.5	Perhitungan Berat Struktur Tiap Lantai .....	47
4.3	Data Gempa.....	51
4.3.1	Penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) .....	52
4.3.2	Perhitungan Perioda Struktur .....	53
4.3.3	Perhitungan Respon Spektra .....	53
4.3.4	Perhitungan <i>Base Shear</i> .....	55
4.3.5	Gaya Lateral Ekuivalen.....	55
4.4	Pemodelan Gedung pada <i>Software</i> SAP2000 .....	60
4.5	Analisis <i>Pushover</i> Struktur .....	63
4.6	Hasil Analisis <i>Pushover</i> .....	63
4.6.1	Skema Distribusi Sendi Plastis .....	63
4.6.2	Kurva Kapasitas .....	65
4.6.3	<i>Performance Point</i> .....	67
4.7	Pembahasan.....	69
4.7.1	Distribusi Sendi Plastis .....	69
4.7.2	Batas Simpangan.....	97
4.7.3	Level Kinerja .....	101

## **BAGIAN 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	103
5.2	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA .....		104
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Parameter Perioda Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	18
Tabel 2.2	Simpangan Antar Lantai Ijin ( $\Delta_a$ ) .....	20
Tabel 2.3	<i>Value For Damping Modification Factor K</i> .....	26
Tabel 2.4	<i>Minimum Allowable <math>SR_A</math> and <math>SR_V</math> Value</i> .....	27
Tabel 2.5	Batasan Rasio <i>Drift</i> Atap Menurut ATC-40 .....	28
Tabel 2.6	Batasan Tipe Bangunan pada <i>Capacity Spectrum Method</i> .....	28
Tabel 3.1	Deskripsi Gedung .....	29
Tabel 4.1	Konfigurasi Bangunan Model 1 dan Model 2 .....	42
Tabel 4.2	Konfigurasi Bangunan Model 3 .....	43
Tabel 4.3	Konfigurasi Bangunan Model 4 .....	43
Tabel 4.4	Berat Elemen Struktur Model 1 & Model 2 .....	47
Tabel 4.5	Berat Mati dan Hidup Tambahan Model 1 & Model 2 .....	47
Tabel 4.6	Berat Struktur Tiap Lantai Model 1 & Model 2 .....	48
Tabel 4.7	Berat Elemen Struktur Model 3 .....	48
Tabel 4.8	Berat Mati dan Hidup Tambahan Model 3 .....	49
Tabel 4.9	Berat Struktur Tiap Lantai Model 3 .....	49
Tabel 4.10	Berat Elemen Struktur Model 4 .....	50
Tabel 4.11	Berat Mati dan Hidup Tambahan Model 4 .....	50
Tabel 4.12	Berat Struktur Tiap Lantai Model 4 .....	51
Tabel 4.13	Rekap Perhitungan Gaya Lateral Ekuivalen Sumbu X .....	56
Tabel 4.14	Rekap Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser Sumbu X .....	56
Tabel 4.15	Rekap Perhitungan Gaya Lateral Ekuivalen Sumbu Y .....	57
Tabel 4.16	Rekap Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser Sumbu Y .....	57
Tabel 4.17	Rekap Perhitungan Gaya Lateral Ekuivalen Sumbu XY .....	58
Tabel 4.18	Rekap Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser Sumbu XY .....	58
Tabel 4.19	Rekap Perhitungan Gaya Lateral Ekuivalen Sumbu XY .....	59
Tabel 4.20	Rekap Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser Sumbu XY .....	59
Tabel 4.21	Penentuan <i>Load Pattern</i> dan <i>Load Case</i> pada program SAP2000 .....	62
Tabel 4.22	Tingkat Kategori Sendi Plastis pada Program SAP2000 .....	65
Tabel 4.23	Simpangan Antar Tingkat Ijin ( $\Delta_a$ ) Model 1 Sumbu Lemah .....	98

Tabel 4.24 Simpangan Antar Tingkat Ijin ( $\Delta_a$ ) Model 2 Sumbu Lemah .....	98
Tabel 4.25 Simpangan Antar Tingkat Ijin ( $\Delta_a$ ) Model 3 Sumbu Lemah .....	99
Tabel 4.26 Simpangan Antar Tingkat Ijin ( $\Delta_a$ ) Model 4 Sumbu Lemah .....	99
Tabel 4.27 Nilai <i>Performance Point</i> .....	101
Tabel 4.28 Level Kinerja Setiap Model .....	102



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lempeng Tektonik dan Gunung Api di Indonesia .....	1
Gambar 1.2	Sebaran Gunung Api di Indonesia .....	2
Gambar 2.1	Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja .....	10
Gambar 2.2	Dinding Geser Mengelilingi <i>Lift</i> .....	11
Gambar 2.3	Dinding Geser Melintang Bangunan.....	11
Gambar 2.4	Dinding Geser Menerima Gaya Lateral $V_u$ .....	12
Gambar 2.5	Pembagian wilayah gempa di Indonesia untuk $S_1$ .....	15
Gambar 2.6	Pembagian wilayah gempa di Indonesia untuk $S_s$ .....	16
Gambar 2.7	Ilustrasi <i>Pushover</i> dan <i>Capacity Curve</i> .....	22
Gambar 2.8	Modifikasi <i>Capacity Curve</i> menjadi <i>Capacity Spectrum</i> .....	23
Gambar 2.9	Perubahan Format Respons Percepatan Menjadi ADRS .....	24
Gambar 2.10	Reduksi Respon Spektrum .....	25
Gambar 2.11	Reduksi <i>Respon Spectrum Elastic</i> menjadi <i>Demand Spectrum</i> .	25
Gambar 2.12	Penentuan <i>Performance Point</i> .....	27
Gambar 3.1	Denah Struktur .....	29
Gambar 3.2	Model 1 <i>Lay Out</i> Eksentrisitas Nol.....	31
Gambar 3.3	Model 2 <i>Lay Out</i> Eksentrisitas Satu Sumbu .....	32
Gambar 3.4	Model 3 <i>Lay Out</i> Eksentrisitas Dua Sumbu.....	32
Gambar 3.5	Model 4 <i>Lay Out</i> Tanpa <i>Shearwall</i> .....	33
Gambar 3.6	Sistem Koordinat yang digunakan dalam Program SAP2000 ...	33
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian .....	39
Gambar 4.1	Model 1 <i>Lay Out</i> Eksentrisitas Nol.....	40
Gambar 4.2	Model 2 <i>Lay Out</i> Eksentrisitas Satu Sumbu .....	41
Gambar 4.3	Model 3 <i>Lay Out</i> Eksentrisitas Dua Sumbu.....	41
Gambar 4.4	Model 4 <i>Lay Out</i> Tanpa <i>Shearwall</i> .....	42
Gambar 4.5	Grafik Respon Spektra .....	54
Gambar 4.6	Model 1 pada program SAP2000.....	60
Gambar 4.7	Model 2 pada program SAP2000.....	60
Gambar 4.8	Model 3 pada program SAP2000.....	61
Gambar 4.9	Model 4 pada program SAP2000.....	61

Gambar 4.10 Sendi Plastis yang Terbentuk pada Step 1 dan Step 7 Model 1 .	63
Gambar 4.11 Sendi Plastis yang Terbentuk pada Step 1 dan Step 7 Model 2 .	64
Gambar 4.12 Sendi Plastis yang Terbentuk pada Step 1 dan Step 9 Model 3 .	64
Gambar 4.13 Sendi Plastis yang Terbentuk pada Step 1 dan Step 9 Model 4 .	64
Gambar 4.14 Kurva Kapasitas Model 1 .....	65
Gambar 4.15 Kurva Kapasitas Model 2.....	66
Gambar 4.16 Kurva Kapasitas Model 3.....	66
Gambar 4.17 Kurva Kapasitas Model 4.....	66
Gambar 4.18 Titik Kinerja Model 1 .....	67
Gambar 4.19 Titik Kinerja Model 2 .....	68
Gambar 4.20 Titik Kinerja Model 3 .....	68
Gambar 4.21 Titik Kinerja Model 4 .....	69
Gambar 4.22 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 1 3 Dimensi .....	70
Gambar 4.23 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 4 3 Dimensi .....	71
Gambar 4.24 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 7 3 Dimensi .....	72
Gambar 4.25 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 1 Arah XZ.....	73
Gambar 4.26 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 7 Arah XZ.....	73
Gambar 4.27 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 7 Arah XZ.....	74
Gambar 4.28 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 1 Arah YZ.....	74
Gambar 4.29 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 4 Arah YZ.....	75
Gambar 4.30 Mekanisme Keruntuhan Model 1 Pada Step 10 Arah YZ.....	75
Gambar 4.31 Sendi Plastis Step 7 <i>frame</i> 3958.....	76
Gambar 4.32 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 1 3 Dimensi .....	77
Gambar 4.33 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 4 3 Dimensi .....	78
Gambar 4.34 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 7 3 Dimensi .....	79
Gambar 4.35 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 1 Arah XZ.....	80
Gambar 4.36 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 4 Arah XZ.....	80
Gambar 4.37 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 7 Arah XZ.....	81
Gambar 4.38 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 1 Arah YZ.....	81
Gambar 4.39 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 4 Arah YZ.....	82
Gambar 4.40 Mekanisme Keruntuhan Model 2 Pada Step 7 Arah YZ.....	82

Gambar 4.41 Sendi Plastis Step 7 <i>frame</i> 3399, 3429, 3949 & 3919.....	83
Gambar 4.42 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 1 3 Dimensi .....	84
Gambar 4.43 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 5 3 Dimensi .....	85
Gambar 4.44 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 9 3 Dimensi .....	86
Gambar 4.45 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 1 Arah XZ.....	87
Gambar 4.46 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 5 Arah XZ.....	87
Gambar 4.47 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 9 Arah XZ.....	88
Gambar 4.48 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 1 Arah YZ.....	88
Gambar 4.49 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 5 Arah YZ.....	89
Gambar 4.50 Mekanisme Keruntuhan Model 3 Pada Step 9 Arah YZ.....	89
Gambar 4.51 Sendi Plastis Step 9 <i>frame</i> 3958.....	90
Gambar 4.52 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 1 3 Dimensi .....	91
Gambar 4.53 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 5 3 Dimensi .....	92
Gambar 4.54 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 10 3 Dimensi .....	93
Gambar 4.55 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 1 Arah XZ.....	94
Gambar 4.56 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 5 Arah XZ.....	94
Gambar 4.57 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 10 Arah XZ.....	95
Gambar 4.58 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 1 Arah YZ.....	95
Gambar 4.59 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 5 Arah YZ.....	96
Gambar 4.60 Mekanisme Keruntuhan Model 4 Pada Step 10 Arah YZ.....	96
Gambar 4.61 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai ( $\Delta$ ) S. Lemah....	100

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Perhitungan Beban Sendiri Struktur
LAMPIRAN 2	Langkah Membuat Pemodelan Struktur Menggunakan Program Sap2000
LAMPIRAN 3	Perhitungan Eksentrisitas Setiap Model
LAMPIRAN 4	Tabel <i>Displacement</i>
LAMPIRAN 5	Surat-Surat

## DAFTAR NOTASI

$B$	= Panjang gedung pada arah gempa yang ditinjau (m)
$C_a$	= Koefisien akselerasi
$C_v$	= Faktor respons gempa vertikal
$C$	= Faktor respons gempa dari spektrum respons
$C_t$	= Koefisien pendekatan waktu getar alamiah untuk gedung beton bertulang menurut UBC 97
$CP$	= Collapse Pervention
$D_t$	= Displacement total
$D_1$	= Displacement pertama
$e$	= Eksentrisitas antara pusat masa lantai dan pusat rotasi
$ed$	= Eksentrisitas rencana
$f'_c$	= Kuat tekan beton
$F_i$	= Beban gempa nominal statik ekuivalen (ton)
$f_y$	= Mutu baja
$f_{ys}$	= Mutu tulangan geser/sengkan
$H_n$	= Tinggi gedung
$I$	= Faktor keutamaan
$IO$	= Immediate Occupancy
$k$	= Kekakuan struktur
$LS$	= Life Safety
$m$	= Massa gedung
$M$	= Momen
$M_n$	= Momen nominal
$M_3$	= Momen pada sumbu 3
$n$	= Jumlah tingkat
$N$	= Nomor lantai tingkat paling atas
$PMM$	= Hubungan gaya aksial dengan momen (diagram interaksi P-M)
$R$	= Faktor reduksi gempa representatif dari struktur gedung yang bersangkutan
$T$	= Waktu getar gedung pada arah yang ditinjau (dt)

$T_{eff}$	= Waktu getar gedung efektif (dt)
$T_1$	= Waktu getar alami fundamental (dt)
$V$	= Gaya geser dasar (kN)
$V_i$	= Gaya geser dasar nominal (kN)
$V_n$	= Gaya geser gempa rencana (kN)
$W_i$	= Berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai (kg)
$W_t$	= Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai (kg)
$Z_i$	= Ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral (m)
$\beta_{eff}$	= Indeks kepercayaan efektif
$\Delta_{roof}$	= Displacement atap
$\delta$	= Perpindahan
$\delta_e$	= Perpindahan elastic
$\Delta$	= Simpangan antar lantai tingkat
$\Delta_a$	= Simpangan antar lantai tingkat ijin